

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Modernit tuotantojärjestelmät  
Jussi Karjalainen

Opinnäytetyö

## **Maanalaisen porauslaitteen työohjeiden kehittäminen**

Työn ohjaaja Lehtori Pauliina Paukkala  
Työn tilaaja Sandvik Mining and Construction Oy  
Tampere

03/2011

Oppilaitos:	Tampereen ammattikorkeakoulu
Koulutus ohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka, Modernit tuotantojärjestelmät
Tekijä:	Jussi Karjalainen
Työn aihe	Maanalaisen porauslaitteen työohjeiden kehittäminen
Työn laajuus	Sivuja 38
Työn ohjaaja	Lehtori Pauliina Paukkala
Työntilaaja	Sandvik Mining and Construction Oy
Työn valmistumisaika	Maaliskuu 2011

---

## Tiivistelmä

Työn tarkoituksena oli kehittää loppukokoonpano-ohje Sandvik Mining and Construction Oy:n tunneliporauslaite DD321:lle. Yrityksellä oli valmis SOP-pohja ohjeita varten, joiden mukaisesti työ täytyi toteuttaa. Työ tehtiin SMC:n Tampereen Myllypuron tehtaalla.

Opinnäytetyöstä tehtiin kaksiosainen, sillä yritykselle tulevaan kokoonpano-ohjeeseen ei voitu sisällyttää teoriaa aiheesta. Työohjeen käytännön toteutus suoritettiin seuraamalla asentajien työtä ja dokumentoimalla työvaiheet videoiden sekä kuvien avulla. Ohjetta tullaan käyttämään laitteiden kokoonpanon helpottamiseksi sekä uusien työntekijöiden perehdytykseen. Kokoonpano-ohjeen laatimisessa käytettiin hyväksi DD420-mallin ohjeita. Ohjeesta jätettiin pois moduulikokoonpanot, sähkö tarkastus ja säätö.

Koulun versioon sisällytettiin teoriaa Myllypuron tehtaan kokoonpanojärjestelyistä, ja SOP-ohjeista. SOP-ohje tehtiin englanniksi ja sitä syntyi noin 530 sivua.

Collage  
Degree program

Written by  
Title  
Pages  
Thesis Supervisor  
Commissioning Company  
Made in

Tampere polytechnic  
Mechanical and Production Engineering  
Modern Production Systems  
Jussi Karjalainen  
Underground drillrig assembly SOP  
38  
Lehtori Pauliina Paukkala  
Sandvik Mining and Construction Oy  
March 2011

---

## Abstract

The purpose of this work was to develop a final assembly SOP-guide of the underground drill rig DD321. The commissioning company was the Sandvik Mining and Construction Oy. The company had ready SOP templates for different kinds of guides. The work was done in the SMC Myllypuro factory.

The thesis was done in two parts because the assembly guide could not have any theory in it. The SOP-guide was done by following the mechanics' work and by documenting the assembly process. This SOP-guide will be used to ease the mechanics' work and to initiate new workers. DD420 assembly SOP was used for assistance of this DD321 SOP-guide. The SOP did not include modules' assembly, electrical inspection, adjustment work, test drilling or finishing.

Theory of the assembly processes was included in the school's version. SOP-guide was done in english and it had about 530 pages.

# Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT .....	3
LYHENTEET JA TERMIT.....	5
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>7</b>
1.1 YRITYSESITTELY .....	8
<b>2. MAANALAISET PORAUSLAITTEET .....</b>	<b>11</b>
2.1 LAITESARJAN OMINAISUUDET .....	11
2.1.1 Porausautomaatio.....	13
2.2 LAITESARJAN KÄYTTÖTARKOITUS LOUHINNASSA .....	13
<b>3. SOP-OHJEIDEN TEORIAA.....</b>	<b>15</b>
3.1 MITÄ SOP-OHJEILLA TARKOITETAAN .....	15
3.2 MISSÄ KAIKKIALLA SOPEJA ON KÄYTÖSSÄ.....	16
3.2.1 Armeija ja viranomaiset .....	16
3.2.2 Sairaalat ja pelastushenkilöstö .....	16
3.2.3 Teollisuus ja SMC.....	17
3.3 SOP-OHJEIDEN KÄYTÖSTÄ SEURAAVAT HYÖDYT .....	17
3.4 SOP-OHJEEN LAATIMINEN JA KÄYTTÖÖNOTTO.....	18
3.4.1 Alustavat toimenpiteet.....	18
3.4.2 SOPin jakaminen osa-alueisiin.....	18
3.4.3 SOPien pitäminen ajan tasalla.....	19
<b>4. MAANALAISTEN LAITTEIDEN TUOTANNONOHJAUS JA KOKOONPANO.....</b>	<b>21</b>
4.1 TILAUSOHJAUS.....	21
4.1.1 Tilausohjauksen perusmuodot .....	22
4.2 MASSARÄÄTÄLÖINTI .....	23
4.2.1 Modulaarisuus.....	24
4.3 KOKOONPANOLINJA .....	25
4.4 LEAN.....	26
4.4.1 Seitsemän hukan eliminointi .....	27
4.4.2 Jatkuva parantaminen eli Kaizen.....	28
4.4.3 5S-järjestelmä.....	29
<b>5. SOP-OHJEIDEN LAATIMINEN DD321-LAITTEELLE .....</b>	<b>31</b>
5.1 SOP-OHJEIDEN LAATIMISEN LÄHTÖKOHTA.....	31
5.2 SOP-OHJEIDEN LAATIMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ.....	32

5.3 LOPPUTULOS .....	33
<b>6. TULEVAISUUDEN KEHITYSEHDOTUKSET .....</b>	<b>34</b>
6.1 TIETOTEKNIIKAN HYÖDYNTÄMINEN.....	34
6.2 KEHITYSIDEITA SOP-OHJEIDEN LAATIMISEEN.....	35
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>36</b>
<b>LITTEET .....</b>	<b>38</b>

---

## Lyhenteet ja termit

SOP	Standard Operating Procedure (vakioidut toimintaohjeet)
SMC	Sandvik Mining and Construction Oy
UG	Underground (maalainen)

---

# 1 Johdanto

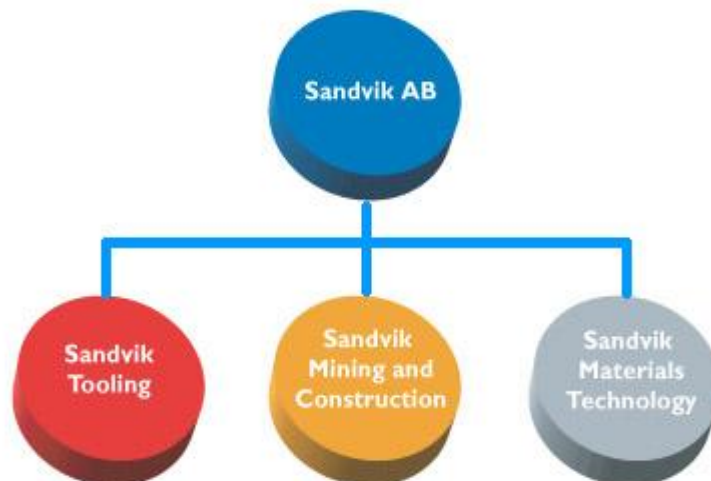
SMC:n pitkän tähtäimen tavoitteena on kehittää kokoonpanon työohjeet kaikille valmistettaville malleille. Työohjeiden pohjana käytettiin valmista Microsoft Powerpoint-templeata sekä mallin DD420-työohjetta. Työhön ei sisällytetty moduulikokoonpanoja, sillä ne olisivat laajentaneet aihetta tarpeettomasti. Lisäksi työohjeille on kansainvälinen tarve, joten ne tehtiin englanniksi. Työssä käytettiin hyväksi Henri Lodin tekemää kokoonpano-ohjetta DD420-mallille.

Työn tavoitteena oli kehittää loppukokoonpanon työohje Standard Operating Procedure (SOP) – ohjeiden mukaisesti maanalaiselle porausvaunumallille DD321. Ohje täytyi tehdä englanniksi ja sen tarkoituksena on helpottaa ja vakinaistaa laitteen loppukokoonpanoa. Eri asentajat tekevät työvaiheet hieman eritavalla, joten lopputuotteet voivat olla esimerkiksi letkutukseltaan hieman erilaisia, mutta kuitenkin toimivia. Myös uusien työntekijöiden perehdytys helpottuu ja nopeutuu huomattavasti, sillä jokaista yksinkertaista työvaihetta ei tarvitse neuvoa kädestä kiinni pitäen. Listaamalla pultit ja muut sellaiset kulutustavarat ohjeeseen vastuu oikean osan valitsemisesta jää pois asentajilta. Visuaalinen ohje on lisäksi helpompi omaksua, kuin puhumalla selitetty.

## 1.1 Yritysesittely

Sandvik on ruotsalainen teknologiakonserni, joka perustettiin Sandvikenin kaupungissa vuonna 1862. Perustajana toimi Göran Fredrik Göransson. Sandvikilla on toimintaa yli 130 maassa. Vuonna 2009 konsernilla oli noin 44 000 työntekijää ja myyntiä noin 7,88 miljardin euron arvosta. Sandvikilla on kolme eri päätoimialuetta:

- Sandvik Tooling
- Sandvik Mining and Construction
- Sandvik Materials Technology



**Kuvio 1.** Sandvikin toimialueet ([www.sandvik.com](http://www.sandvik.com))

Sandvik Tooling on metallintyöstöön tarkoitettujen työkalujen ja työkalu- järjestelmien sekä komponenttien valmistaja. Vuonna 2009 Sandvik Toolingin palveluksessa oli 15 000 työntekijää ja sen liikevaihto oli 2,08 miljardia euroa. Liiketoiminta-alueen tuotteet valmistetaan kovametalista, pikateräksestä sekä muista kovista materiaaleista kuten timanteista, kuutiohilaisesta boorinitridistä ja erikoiskeramiikasta.

Sandvik Mining and Construction -liiketoiminta-alue on kaivos- ja rakennusteollisuuden louhinta- ja materiaalinkäsittelylaitteiden, porakaluston ja niihin liittyvien palveluiden tuottaja. Vuonna 2009 Sandvik Mining and Constructionin palveluksessa oli 14 400 henkilöä ja sen liikevaihto oli 3,57 miljardia euroa. Pääasiallisia asiakkaita ovat kaivosyhtiöt ja louhintaurakoitsijat.



Sandvik Materials Technology -liiketoiminta-alue on erikoismetallien, kuten ruostumattoman teräksen, erikoismetalliseosten, metallisten ja keraamisten vastusmateriaalien sekä jalostuslaitteistojen valmistaja. Vuonna 2009 Sandvik Materials Technology työllisti 8 200 henkilöä ja sen liikevaihto oli 1,68 miljardia euroa. Liiketoiminta-alueen tuotealueet ovat Tube, Strip, Kanthal, Process Systems ja MedTech.

Tampereen tehdas aloitti Tamrock-nimisenä vuonna 1968 osana Tampella-konsernia. Myllypuron tehdas valmistui 1972. Yhteistyö Sandvikin kanssa alkoi vuonna 1989 ja 90-luvun ajan Sandvikin osuus Tamrockissa kasvoi kasvamistaan, ja lopulta vuonna 2006 yhtiön nimi vaihtui Sandvik Mining and Construction Oy:ksi. Tampereen tehdas työllistää noin 900 henkilöä.



**Kuvio 2.** Tampereen Myllypuron tehdas (Sandvik intra)

Tampereen tehtaassa on suunnittelu-, tuotanto- sekä after sales-toiminnot maanpäällisille ja maanalaisille porauslaitteille. Maanalaiset eli underground-laitteet voidaan jakaa kaivostoinnintaperiaatteensa mukaisesti tunneli-, pitkäreikä-, pultitus- ja peränporauslaitteisiin. Tampereen tehtaan yhteydessä on myös kahden kilometrin pituinen koeporausluolasto, jossa laitteet testataan ja kalibroidaan. Luolastossa sijaitsee myös poralaitteiden koulutuskeskus. /11/



**Kuvio 3.** Tunnelijumbo kaivoksessa (Sandvik intra)

## 2. Maanalaiset porauslaitteet

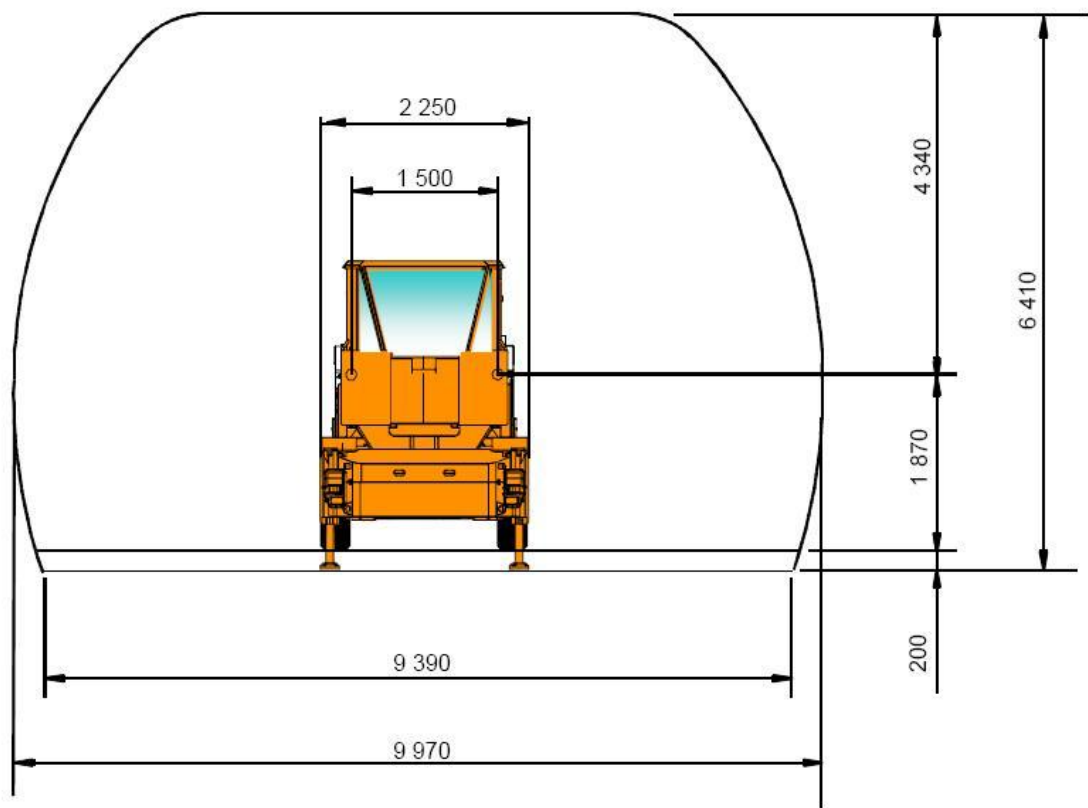
Työohje tehtiin mallista DD321, joka tulee syrjäyttämään aikaisemman DD320-mallin. Molemmat kuuluvat laitesarjaan, jota kutsutaan maanalaisiksi porauslaitteiksi. Nämä ovat kaivostekniikan kielellä ilmaistuna peränporauslaitteita. Niitä käytetään sekä tunnelilouhoskohteissa, että maanalaisissa kaivoksissa. Peränporauslaitteiden jaottelu tapahtuu yleensä puomien lukumäärän perusteella. Kaivostekniikkaa on esitelty myöhemmässä osiossa tarkemmin.

### 2.1 Laitesarjan ominaisuudet

Maanalaisiin porauslaitteisiin sisältyy yhdestä kolmeen puomisia suorituskyykyisiä kaivosporalaitteita. Laitesarjan vanha Tamrockin aikainen nimi oli Axera ja nykyään laitteet tunnetaan DD-alkuisina. Koneet ovat luotettavia ja niillä on optimaaliseksi suunniteltu porausala. Kuviossa 4. on keskikokoinen Mining Jumbo DD420. Laitteella on pituutta syöttölaitteen ominaisuuksista riippuen 12,0m – 13,2m. Elektronisesti kontrolloitu poraussysteemi automaattisilla toiminnoilla ja erilaisilla optiikojeilla varmistavat tuottavan ja korkealaatuisen kaivannon. Koneessa on kiinteä diagnostiikka, joka vähentää huoltoaikoja. DD420:n porausala näkyy kuviossa 5.



Kuvio 4. Sandvik DD420-S60C (<http://www.miningandconstruction.sandvik.com>)



Kuvio 5. DD420:n porausalue mittoineen ([www.miningandconstruction.sandvik.com](http://www.miningandconstruction.sandvik.com))

Laitesarjaan kuuluu tavallisten kallioporausvaunujen lisäksi sekä matalan profiilin, että kapean suonen laitteet. Siinä missä tavallisten DD-sarjan laitteiden koko on matalimmillaan noin 2,9 metriä matalaprofiililaitteiden katto kulkee 0,82 metrissä. Kapein peränporauslaite on DD210 ja sen leveys on vain 2 metriä. Taulukossa 1 on listattu tavallisten koneiden ominaisuudet.

Taulukko 1. DD-sarjan laitteiden ominaisuudet

Malli	Ent. nimi	peränajokokoo h x w (m)	Puomeja	Max tunnelikoko (m)
<b>DD310</b>	Axera 5	3x3	1	5,8 x 7,2
<b>DD320</b>	Axera 6	3x3	2	5,9 x 8,7
<b>DD420</b>	Axera 7	4x4	2	6,4 x 10,0
<b>DD530</b>	Axera 8	5x5	3	7 x 11,5

Mining Jumbot ovat elektrohydraulisia. Tämä tarkoittaa sitä, ohjaus tapahtuu hydraulisylintereiden avulla. Poraustoiminnot käyttävät tehonlähteenään sähköä. Laitteet käyttävät väyläohjausta ja sen etuna on muun muassa laajennettavuus ja päivitettävyyys, eri automaatioasteiden mahdollisuus sekä sisäänrakennettu vikadiagnostiikka. /12/

### 2.1.1 Porausautomaatio

Peränporauslaitteisiin voi valita eri porausautomaatioasteita. Yksinkertaisin on käsikäyttöinen poraus, seuraavaksi tulee yhden reiän automatiikka ja viimeisenä on täysautomatiikka. Täysautomatiikan suosio on lisääntynyt varsinkin suurissa tunnelityömaissa, joissa käytetään kolmi- puomisia maanalaisia porauslaitteita tai vielä suurempia tunnelijumboja. Suuri tunkeutumisnopeus ja monipuominen laite vaatii käyttäjältä erityistä tarkkuutta ja nopeutta. Parhaaseen tuottavuuteen päästään, kun automatiikka hoitaa porauskuvion valmistuksen.

Porauskaavio voidaan suunnitella off line – tilassa ja siirtää porauslaitteelle esimerkiksi muistitikulla tai langattomasti. Tämä nopeuttaa työskentelyä ja vähentää henkilömäärää louhoksessa. Täysautomatiikan käyttö poistaa inhimillisestä tekijästä riippuvat virheet ja mahdollistaa tasaisen porajäljen. /14/

Yhdensuuntaisautomatiikka pitää syöttölaitteen suunnan samana reiänvaihdon aikana. Lisäksi laitteisiin saa pyörityssuunnan automaattisen vaihdon, pysäytys- ja palautusautomatiikan sekä lusta-automatiikan, joka estää kiinniporautumisen. Automatiikka myös optimoi syöttövoiman, pyörityspaineen, iskupaineen sekä parametrin kulloiseenkin työhön ja kiviainekseen sopiviksi. Vaikka peränporauslaitteet ovat pitkälle automatisoituja, täytyy käyttäjän olla aina mukana poraustilanteessa tarkkailemassa tunnelin kattoa, seiniä sekä puomeja. /2/

## 2.2 Laitesarjan käyttötarkoitus louhinnassa

Sarjan laitteilla on kaksi käyttötarkoitusta: Tunnelilouhinta, kuten tietunnelit, ja maanalaisten kaivoksien peränajo. Peränajolla tarkoitetaan esiintymän seuraamista kaivoksessa tekemällä käytäviä varsinaisille tuotantokoneille. Perä on yleensä vaakasuora käytävä. Mining Jumbot siis poraavat reiät kallioon ja täyttävät ne räjähteillä. Räjäytyksen jälkeen pultituslaite pultittaa käytävän estäen kivenvyöryt. Kaivoksissa käytettävät laitteet ovat pääsääntöisesti yksi- tai kaksi – puomisia, koska käytävät ovat normaalisti kohtalaisen pieniä eli niiden poikkileikkaus on alle 40 neliömetriä.

Peränajossa käytetään pääasiassa matalaprofiilista LHD- lastauskalustoa, jonka kauhakoko on noin 4,6–7,0 m<sup>3</sup>. LHD – lyhenne tulee sanoista Load Haul Dump ja sillä tarkoitetaan suurella



kauhalla varustettua ajoneuvoa, joka kuljettaa malmin ylös kaivoksesta. Kuviossa 6 näkyy LHD:n kauhan suuruus. Pitkien perien ja varsinkin vinoperien ajossa käytetään louheen kuljetukseen myös erilaisia dumppereita tai kuorma-autoja.



**Kuvio 6: Sandvik LH514E kaivoksessa (Sandvik Mediabase)**

Suomessa kaivoksissa porataan räjäytyskatkot käyttäen yhden tangon drifter – porausta. Louhintaporauksessa Suomessa käytettävän drifter – tangon pituudeksi on vakiintunut 6,1 tai 6,4 metriä. Tämä on poikkeuksellisen pitkä maailmanlaajuisesti vertailtuna. Tankoprofiilina käytetään joko Rnd39 mm tai Rnd45 mm:n tankoa.

Tunnelilouhintakohteissa käytetään kaikenkokoisia laitteita tunnelin koon ja käyttötarkoituksen mukaan. On olemassa erityisiä tunneli jumboja joista suurimmissa on kolme puomia ja huoltokori. Nämä pystyvät tekemään 11,9x18.5 metrin kokoista tunnelia. /12/

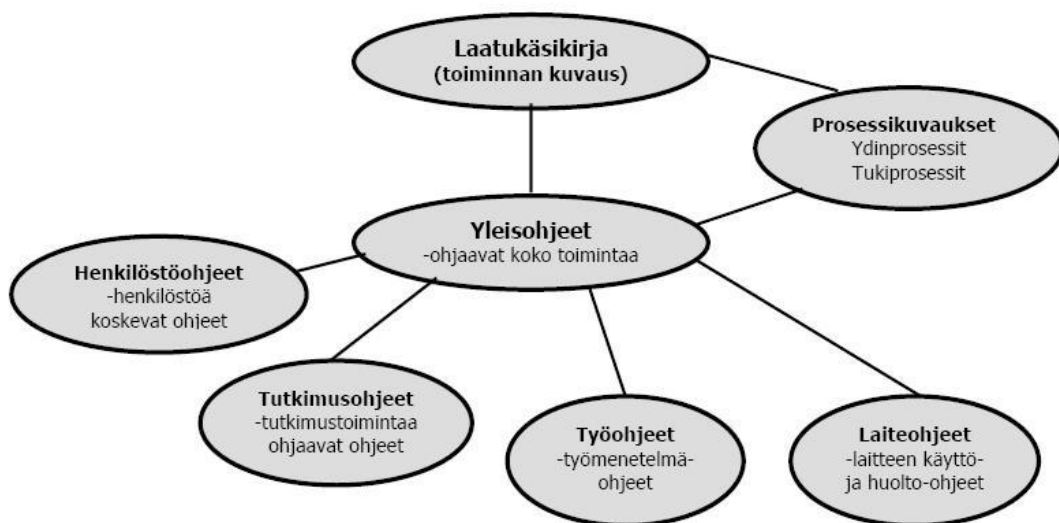
### 3. SOP-ohjeiden teoriaa

#### 3.1 Mitä SOP-ohjeilla tarkoitetaan

SOP on lyhenne sanoista Standard operating procedure, joka merkitsee suomeksi vakioitua toimintaohjetta. SOP määritellään ohjeiden joukoksi, joka sisältää ne työn ominaispiirteet, joiden pohjalta voidaan määritellä standardisoitu toimenpide ilman tehokkuuden hävikkiä. SOP on siis ohje, jota käyttämällä pyritään haluttuun ja tarkasti ennalta määriteltyyn lopputulokseen. Hyvä SOP-ohje on selkeä, helposti ymmärrettävä ja siitä tulee selvitä seuraava työvaihe ilman erillistä miettimistä. On myös erittäin tärkeää valvoa, että tehtyjä SOPeja noudatetaan ja päivitetään ajan tasalle. Henkilöstön SOP-koulutuksista täytyy pitää kirjaa.

Ohjetta täytyy noudattaa pilkun tarkasti ilman mitään muunnelmia, jotta haluttu lopputulos saavutettaisiin. Muunnelmat ja poikkeamat täytyy tutkia tarkasti ja niiden tulokset tulee dokumentoida. Mikäli muunnelma todetaan paremmin toimivaksi kuin alkuperäinen ohje, voidaan ohjeita päivittää. SOPit eivät siis ole mitään kiveenhakattuja muuttumattomia totuuksia ja ne on hyvä tarkistaa ja päivittää ajantasalle tietyin väliajoin. Ohjeet tulee olla määritetyn henkilöstön saatavilla mielellään sekä sähköisessä muodossa, että paperilla. Pelkästään paperisessa muodossa olevat ohjeet tahriintuvat ja sivuja häviää helposti välistä varsinkin likaisemmissa työolosuhteissa. /1/

Kuviossa 7. ilmenee Kuopion yliopiston farmaseuttisen kemian laitoksen laatujärjestelmä. SOP-ohjeilla on erittäin suuri merkitys tässä järjestelmässä, sillä vakioituja toimintaohjeita ovat yleis-, henkilöstö-, tutkimus-, työ- ja laiteohjeet. /15/



Kuvio 7. Kuopion yliopiston farmaseuttisen kemian laitoksen laatujärjestelmä

## 3.2 Missä kaikkialla SOPeja on käytössä

SOPeja on käytössä miltei jokaisessa yrityksessä aina alle viiden työntekijän pajoista suurimpiin konserneihin. Myös valtion virastoista löytyy SOPeja esimerkiksi papereiden arkistointiin. Erityisen tärkeitä SOPit ovat armeijan, pelastushenkilöstön ja teollisuuden käytössä. /9/

### 3.2.1 Armeija ja viranomaiset

Armeijan SOPit eivät ole yleisluontoisia tai standardisoituja suurelle joukolle, vaan ne vaihtelevat pataljoonien tai komppanioiden tasolla. Koska eri pataljoonien käyttötarkoitus vaihtelee paljon, on prikaatin tasoisten ohjeiden laatiminen, muuten kuin yleisluontoisina, vaikeaa.

Yksikön jäsenet ottavat SOPin käyttöön kokemusten sekä vallitsevien olosuhteiden perusteella. Esimerkiksi teltojen tai ajoneuvojen naamiointi vaihtelee suuresti vuodenajan mukaan, vaikka peruseriaatteet säilyvät samoina. SOPit antavat tarkennusta armeijan yleisluontoisiin linjauksiin. Armeijan SOPit ovat oltava samassa linjassa yleisten doktriinien kanssa. /1/

### 3.2.2 Sairaalat ja pelastushenkilöstö

Lääketieteessä Internal Conference on Harmonisation (ICH) määrittelee SOPin ”yksityiskohtaiseksi, kirjoitetuksi ohjeeksi, jolla saavutetaan yhdenmukaisuus tietyn toiminnan suorituksessa”. /9/

Juuri yhdenmukaisuus on erittäin tärkeää varsinkin hoitoympäristössä, sillä virheet saattavat maksaa ihmishenkiä. Yhdenmukaistamalla ensihoito tai sammutustoimenpiteet päästään eroon vaihtelevuudesta ja heikosti toimivista menettelyistä. Toimenpiteiden kehittäminen paremmiksi helpottuu, kun ne tehdään samalta pohjalta. Sairaaloissa on käytössä myös muita kuin hoitoalan SOPeja. Tällaisia aiheita ovat esimerkiksi vaarallisten jätteiden hävitys, pyykin käsittely tai puhtaanapito. /15/



### 3.2.3 Teollisuus ja SMC

Myös teollisuudessa SOP-ohjeita käytetään monissa eri toiminnoissa, näistä tärkeimpänä työn kannalta katsoen ovat tuotanto sekä huolto. SOPejen käytön perimmäinen syy on usein laadun varmistaminen standardisoimalla työkalut ja työvaiheet. Työstökoneympäristössä huolto-ohjeilla on suuri merkitys tuotannon käynnissäpysymisen varmistamiseksi. Tarkasti suunnitellut huoltovälit sekä -kohteet vähentävät yllättäviä tuotannon seisauksia.

SMC:ssä työohjeet ovat jaoteltu SOP-ohjeisiin ja yleisiin työohjeisiin. Molempien kategorioiden ohjeet ovat standardisoituja. Yleisiin työohjeisiin kuuluu nosto-ohjeet, sähköturvallisuusohjeet, momenttiin kiristysohjeet, lukitus-, kiinnitys-, tiivistys- ja liima-aineohjeet, sekä voitelu- ja korrosio-ohjeet. SOP-ohjeet sisältävät kokoonpano-ohjeita eri laitemallistoille. /12/

## 3.3 SOP-ohjeiden käytöstä seuraavat hyödyt

Vakioidut toimintaohjeet ohjaavat ja yhtenäistävät toiminta-, menettely ja työtapoja sekä laitteiden ja tarvikkeiden käyttöä, ylläpitoa, seuranta, tarkastamista ja huoltoa. SOPien tarkoituksena on varmistaa, että toiminta-, menettely- ja työtavat ovat huolellisesti suunniteltuja ja testattuja. Toinen päätarkoitus on säilyttää työtavat täydellisenä identtisinä riippumatta siitä, kuka toiminnan suorittaa ja milloin. Tärkeää on myös, että toiminnot voidaan jäljittää vaihe vaiheelta tapauskohtaisesti.

SOP-ohjeet helpottavat uusien työntekijöiden perehdytystä. Uuden työntekijän on helpompaa omaksua työpaikan tavat, työyhteisö, työympäristö sekä työtehtävät, kun hän pääsee kunkin osa-alueen ohjeisiin käsiksi. Kaiken tiedon jakaminen suullisesti kestää huomattavasti kauemmin ja henkilö ei voi mitenkään muistaa kaikkea kuulemaansa. Kirjallisessa muodossa annetut ohjeet ovat selkeitä ja helpottavat hahmottamaan toimintojen ominaisuuksia. Myös perehdyttäjän tehtävistä voidaan tehdä vakioitu toimenpide. Näin päästään tilanteeseen, jossa molemmat osapuolet voivat toimia ilman epävarmuuksia. Jokaisessa työtehtävässä on kuitenkin omia yksittäispiirteitä, joita kaikkia ei voi kirjata ylös laajuutensa takia. Tämän vuoksi hyvinkään tehty SOP ei kokonaan korvaa toista ihmistä perehdyttäjänä.

Kun toiminta-, menettely- ja työtavat ovat standardisoitu, päästään niitä kehittämään paremmiksi. Esimerkiksi pulttien vääntäminen kiinni voidaan tehdä pneumaattisella pultinvääntimellä hitaamman kiintoavaimen sijaan. Työtapojen muutokset täytyy kuitenkin tutkia huolellisesti ennen kuin niistä tekee vakioidun toimintatavan. /1/

### **3.4 SOP-ohjeen laatiminen ja käyttöönotto**

#### **3.4.1 Alustavat toimenpiteet**

Ohjeen laatiminen alkaa yleensä kolmesta alustavasta toimenpiteestä:

1. Keskustelut toiminnon omistajien, hallintoijien, käyttäjien ynnä muiden sellaisten kanssa. Tämä auttaa ymmärtämään toiminnon työtehtävät yksityiskohtaisella tasolla.
2. Luonnosohjeen valmistelu.
3. Luonnosohjeen viimeistely toimintoon liittyvien henkilöiden kanssa käytyjen keskustelujen jälkeen. Keskustelujen tarkoituksena on selvittää mahdolliset virheet luonnoksessa ja ottaa huomioon parannusehdotukset. /13/

#### **3.4.2 SOPin jakaminen osa-alueisiin**

Ohjeet tulisi jakaa osa-alueisiin, mikäli se vain on, ottaen ohjeen aihepiirin huomioon, mahdollista. Tämä helpottaa SOPin lukemista ja ymmärrettävyyttä.

Seuraavassa esimerkki osa-alueista:

- Tavoite
- Laajuus
- Materiaalit
- Työvälineet/laitteet
- Asiakirjat
- Työturvallisuus
- Kuvaus työstä

Lisäksi SOP-ohjeen kirjoitukseen pätevät yleismaailmalliset kirjoitusohjeet: Tyyli, muotoilu ja ulkonäkö on pidettävä samana koko ohjeen läpi. Tämä helpottaa ohjeen lukemista. Ohjeen

tavoite ja laajuus on hyvä ilmoittaa heti ohjeen alussa. Ohjeella on hyvä olla kuvaava otsikko. Virheherkkien aiheiden korostaminen on tärkeää. SMC:n työohjeissa on käytössä turvallisuus-, laatu- ja ympäristökorostukset. Näitä käytetään esimerkiksi silloin, kun kyseessä on apuvälineillä tehtävät nostot, asennustehtävässä käytetään rasvoja/öljyjä tai kun halutaan varmistaa, että suodattimet vaihdetaan koekäytön jälkeen. /13/

### 3.4.3 SOPien pitäminen ajan tasalla

Suurin haaste vakioituissa toimintaohjeissa on niiden päivittäminen ajantasalle. Ohjeet ovat suhteellisen helppoja laatia, mutta niiden päivittämisessä on ongelmia, varsinkin silloin kun ohjeita kertyy satoja. Tähän ongelmaan tuo ratkaisun SOPien hallintaohjelmisto. Yksinkertaisimmillaan tällainen ohjelmisto voi olla pelkkä luettelo SOPeista, jossa näkyy kunkin ohjeen luontija muutospäivämäärät ja ID-numerot. Ohjelmistot kehitetään yleensä vastaamaan tilaajayrityksen vaatimuksia.

Blue Claw Database Design on yritys, joka kehittää muun muassa SOPien hallintaohjelmistoja. Heidän ohjelmistonsa on Microsoft Access – pohjainen ja käyttäjä pystyy sen avulla ottamaan uusia SOPeja käyttöön ja revisioimaan vanhoja, jo olemassa olevia ohjeita. Ohjelmiston avaintoimintoja ovat:

- SOPien kehityksen ja revisioinnin hallinta
- SOPien kirjaston ja historian ylläpito
- Hallita kunkin SOPin jakelu henkilön ja ID:n perusteella
- Hallita henkilöstön koulutusvaatimuksia
- Tarjota yksityiskohtaista tietoa kehitysprosessista
- Tuottaa informaatiota yrityksen toimintojen hallitsemiseksi
- Tarjota yksinkertainen metodi listojen ylläpitämiseen

**D939 SOP Tracking System - [Wyeth Lederle Vaccines - SOP System]**

File Edit View Insert Format Records Tools Window Help

Welcome Development **Library** Training Statistics Reports Maintenance

Find SOP:  Find PPG:  ☐ Show deleted too

SOP No	Title	Issued	Effective Date	Adopt Date	Deleted	PPG No
939-B009-1	Thawing Raw Materials	10/17/2002	11/14/2002		N	7110-1
					N	

Copy No	Responsible Person	Copy Location	Date Returned/ Destroyed
3	Arnold	Library	
7	Schank	335A (verified 6/25/03)	
8	Cruz	315B (verified 7/15/03)	
9	Ramos	312 (verified 7/15/03)	
10	Ramos	304 (verified 7/15/03)	
11	Cruz	315A (verified 7/15/03)	
*	0		

Record: 1 of 6

Record: 1 of 1 (Filtered)

copyright www.blueclaw-db.com

Kuvio 8. SOPien hallintaohjelmisto (www.blueclaw-db.com)

Kuviossa 8. on esitelty BCDD:n Wyeth-nimiselle yritykselle tehty hallintaohjelmisto. Välilehtirakenteen ansiosta ohjelma on selkeä ja helppokäyttöinen. Development-välilehden alta löytyy kehitteillä olevien SOPien vaiheet. Library on olemassa olevien SOPien kirjasto. Training-välilehti kertoo työtehtävän perusteella määritetyn koulutustarpeen kullekin työntekijälle. Ohjelmaan voi siis määrittää tietyt SOPit koskemaan tiettyjä työtehtäviä. Lisäksi ohjelmasta löytyy tilastoja, raportteja sekä näiden listojen päivitysmahdollisuudet. /16/

## **4. Maanalaisten laitteiden tuotannonohjaus ja kokoonpano**

### **4.1 Tilausohjaus**

Massatuotannossa sekä sarjatuotannossa tuotetaan suuret määrät samanlaisia tuotteita, josta seuraa, että raaka-aineita, materiaaleja ja lopputuotteita joudutaan varastoimaan. Mikäli tuotteita ei pysty tai kannata tuottaa varastoon, on ne tuotettava tilauksen perusteella. Tilausohjauksessa on yleensä pienet eräkoot tai yksittäiskappaleet. Tyypillisiä perusmalleja tilausohjauksessa ovat asiakastilaukseen tuottaminen, tilaukseen tuottaminen ja tilaukseen kokoaminen.

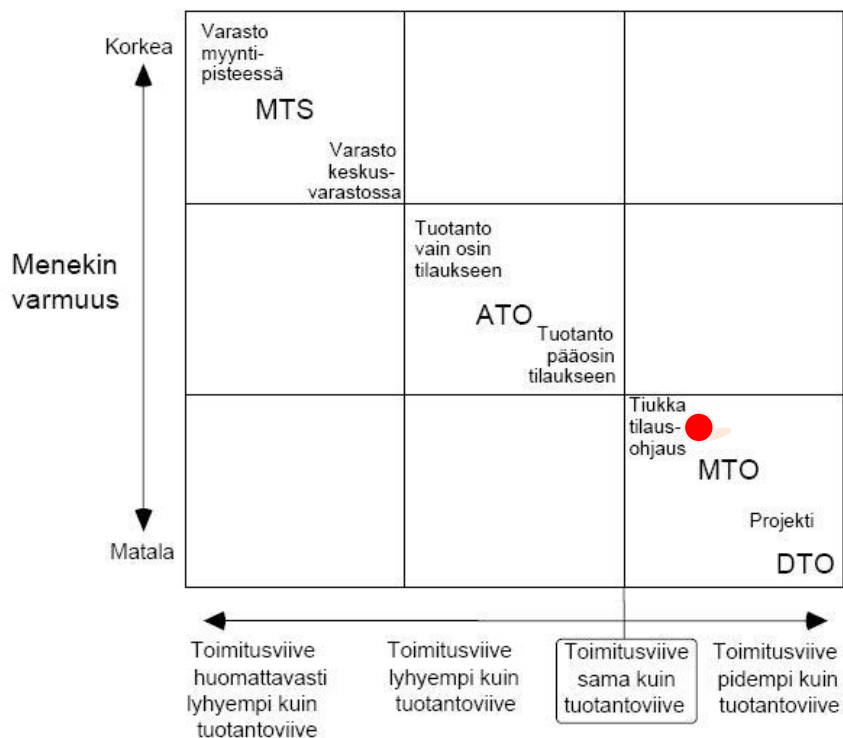
Imuohjauksella ja tilausohjauksella on paljon yhteisiä piirteitä, mutta ne eivät ole identtisiä toimintatapoja. Imuohjauksessa tuotanto virtautetaan käyttämällä hyvin pieniä siirtoeriä työpisteiden välillä ja suppeita puskurivarastoja itse työpisteissä. Imuohjaus perustuu aina pelkästään seuraavan työpisteen tilaukseen. Työpiste siis ikään kuin imee materiaalit edelliseltä työpisteeltä. Imuohjaus vastaa tyypillisesti todella varmaan menekkiin, jossa tuotantokapasiteetti on miltei jatkuvasti ollut alle kysynnän. Tilausohjauksessa tuotetta ei valmisteta, eikä materiaaleja tilata ennen asiakkaan tekemää tilausta.

SMC:n Tampereen tehtaan maanalaiset porauslaitteet ovat tilausohjattuja. Laitteet räätälöidään asiakkaalle sopivaksi ja kokoonpannaan vasta sitten, kun asiakkaalta on saatu sitova tilaus. Koska laitteet ovat hinnaltaan kalliita ja ne pitää tehdä erilaisten asiakasvaatimusten mukaiseksi, ei niitä voi valmistaa varastoon. Myös laitteiden menekkiä on vaikea ennustaa nykytaloustilanteessa.

Täydellisessä tilausohjatussa järjestelmässä tehdään suunnittelu, tarvittavien osien ja materiaalien hankinta, tuotteen valmistus ja asiakkaalle toimitus vasta asiakkaan tilauksen jälkeen. Tällainen tuotannonohjaus on käytössä vain täydellisesti asiakaskohtaistetuissa tuotteissa. /3/

#### 4.1.1 Tilausohjauksen perusmuodot

Tilausohjauksessa on olemassa kolme erilaista perusmuotoa: Manufacture to Order (MTO), Assemble to Order (ATO) sekä Design to Order (DTO). Nämä muodot sekä niiden riippuvuus toimitusviiveestä ja menekin varmuudesta on esitelty kuviossa 9.



Kuvio 9. Tilausohjauksen eri muodot

Kun tuote kootaan tilaukseen, eli käytetään ATO:a (Assembly to Order), on suunnittelulla käytössä yleisluontoista informaatiota tuotteesta ja tuotteiden rakenteista tyypillisine aika- ja kustannusarvioineen. Tilauskohtaisen hankinnan kohteena ovat komponentit, osarakenteet ja materiaalit. Oma ja alihankkijoiden kapasiteetti ajoitetaan tilaukseen ja ensisijaisesti toimitusaikaan perustuen. Asiakaskohtaiset tietokoneet kokoonpannaan eli kootaan käyttämällä ATO:a.

Manufacture to Order tarkoittaa tuottamista tilaukseen. Kun käytetään MTO:ta, on käytettävissä erittäin tarkka tieto tuotteen rakenteesta, tarvittavista tuotantoajoista ja syntyvistä kustannuksista sekä raaka-aineiden hankinnasta. Raaka-aineista on selvillä lähde, hinta ja saatavuus. Tilaukseen tuotettaessa raaka-aineet, materiaalit ja kapasiteetti ajoitetaan ja kohdistetaan varsin valmiin tuotekohtaisen tiedon avulla siten, että tuote pystytään valmistamaan halutun toimitusajan puitteissa. /3/

Punainen piste kuviossa 9 tarkoittaa SMC UG:n laitteiden sijoittumista tilausohjaustaulukossa. Laitteet valmistetaan vain tilauksesta tarvittavin optioin.

Design to Order (DTO) tarkoittaa tilaukseen suunnittelua. Tilaukseen suunnitellessa on yleensä taustalla olemassa jo tietoa samankaltaisista tuotteista, mutta lopullinen tuotetieto on kuitenkin tapauskohtaista ja usein myös suunnittelun mukana muuttuvaa. Ajoitus materiaaleille ja tuotannolle tapahtuu projektipohjaisesti. Esimerkkinä DTO:sta voisi käyttää arkkitehdin suunnittelemaa täysin uudenlaista rakennusta. /3/

## 4.2 Massaräätälöinti

Massaräätälöinti yhdistää edullista ja nopeaa massa/sarjatuotantoa sekä räätälöivää ja joustavaa tilaustuotantoa. Näin päästään lopputulokseen, jossa asiakkaan yksilölliset tarpeet pystytään huomioimaan menettämättä standardoidun kokonanon etuja. Tuoterakenne pohjautuu sarjavalmistestien moduulien ja komponenttien käyttöön. Räätälöinti ja variointi pyritään suorittamaan vasta loppukokoonpanossa tai rajoittamaan yksittäisen komponentin tai moduulin alueelle. Massaräätälöinnin voisi määritellä tarkoittavan yksilöllisten tuotteiden ja palvelujen tuottamista ja jakelua massatuotannon keinoin. Massaräätälöinnissä on erittäin tärkeää kokonaisuuden hallinta. Logistiikka, tuote ja prosessi suunnitellaan yhtä aikaa.

Asiakaslähtöisyydessä piilee massaräätälöinnin idea. Asiakastilauksen mukainen konfigurointi synnyttää yksilöllisen tuotteen. Tuotteen perusrakenne, eli platform, suunnitellaan moduloiduksi siten, että asiakkaan haluama yksilöllinen tuote tai sen variaatio voidaan koota esivalmistelluista komponenteista tilausohjautuvasti ja yksilöllisesti. Esivalmistellut osat, komponentit ja moduulit voidaan valmistaa käyttämällä imuohjausta ja loppukokoonpano tehdään asiakasohjautuvasti työntöohjausta noudattaen. Moduuliset tuoterakenteet ovat erittäin tärkeitä massaräätälöinnille, sillä ne mahdollistavat tuotteen varioinnin.

Loppukokoonpanossa käytettäviä osia ja komponentteja on oltava saatavissa heti, kun niitä tarvitaan. Toimitusketju on siis oltava hyvin hallittu ja alihankkijat luotettavia toimitusaikojen suhteen. /4/

#### 4.2.1 Modulaarisuus

Moduuli määritellään itsenäiseksi osaksi, jollaisista voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia. Moduuleista koostuva kokonaisuus on modulaarinen. /5/

Tuotteiden moduloinnin avulla pystytään tuottamaan räätälöityjä tuotteita rajatusta määrästä moduuleja. Kullakin moduulilla on keskenään vaihtokelpoisia variantteja, joiden toiminnot ovat erilaisia, mutta tuotteeseen liittyvät rajapinnat ovat vakioita.

Tuoteperheen modulaarisuudella, jossa määrätyt ominaisuudet on liitetty määrättyihin moduuleihin, voidaan helpommin hallita suurtakin variaatioiden määrää ja paremmin muodostaa asiakkaan haluamat ominaisuusyhdistelmät. Käyttämällä samoja moduuleja, kuten esimerkiksi runkoja, useissa eri tuotteissa voidaan hyödyntää toistuvuuden etuja. Esivalmisteltuun tuotekenteeseen kuvataan variointimahdollisuudet ja asiakastilauksen mukaan valitaan asiakkaalle sopiva yhdistelmä lopputuotteeksi. Asiakaskohtaisuudet voidaan toteuttaa myös muuttamalla puolivalmisteisia osia, esimerkiksi jokin sorvatus komponentin halkaisija on jätetty ylisuureksi, jotta siitä voidaan tehdä useampaan eri tilaukseen käyvä osa. Modulointi on tehtävä aina tuotekohtaisesti, eikä ole olemassa yleispätevää ohjetta, joka tuottaisi aina hyviä tuloksia. Moduloinnin onnistumiseksi täytyy siis tietää hyvin tuotteen ominaisuudet, tuotantomahdollisuudet, tuotantokustannukset sekä markkinoiden tarpeet.

Modulaarisen rakenteen ominaisuuksia:

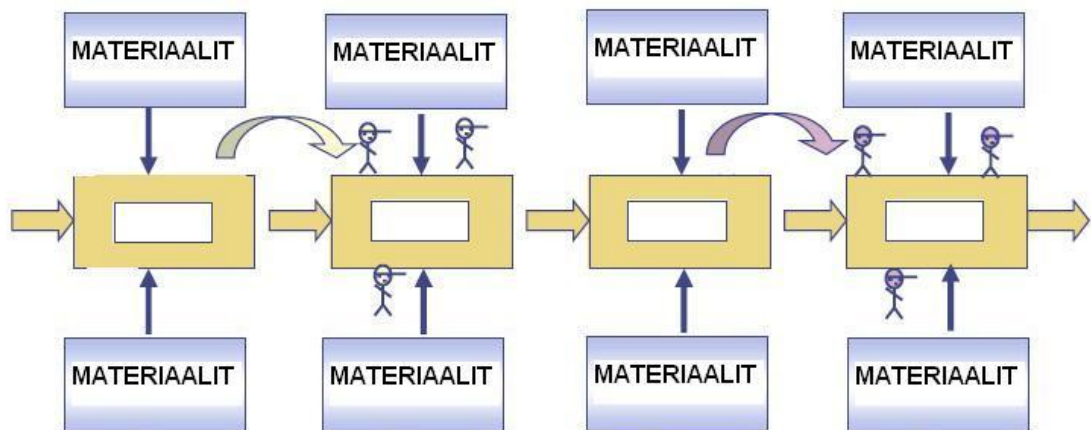
- Häiriötön kehittäminen: Yksittäisen moduulin sisällä tapahtunut muutos voidaan järjestää niin, ettei se vaikuta muuhun kokoonpanoon. Tuotemuutokset voidaan tehdä häiritsemättä muuta prosessia.
- Kehitystyön hallinta: Kehittäminen on mahdollista pienin muutoksin vaihe vaiheelta. Näin päästään eroon suuremmista, harvoin tehtävistä muutoksista ja investoinneista jatkuvan kehityksen tilaan.
- Nopea reagointi: Pienet muutokset voidaan toteuttaa nopeasti.
- Pienemmät riskit: Taloudelliset ja tekniset riskit kehityksen epäonnistumisesta ja sen vaikutuksista kokonaisuuteen ovat pienemmät.
- Henkilöstön kuormitus: Modulaarisen tuotteen ja tuotantojärjestelmän kehityshenkilöstön kuormitus on pienempi kuin suurten muutosten vaatimissa prosesseissa. Samalla myös tekninen osaaminen kehittyy jatkuvasti eteenpäin, koska järjestelmää voidaan kehittää koko ajan tasaisesti. /10/



## 4.3 Kokoonpanolinja

SMC:n Tampereen tehtaalla UG-puolen laitteet kootaan kokoonpanolinja-periaatetta käyttäen. Kokoonpanolinja määritellään joukoksi erikoistuneita perättäisiä työvaiheita. Erikoistuminen on joko teknistä tai työntekijäkohtaista tai molempia. Perättäisyyteen liittyy paitsi kiinteä työjärjestys, myös rajalliset puskurit vaiheiden välillä.

Kokoonpanolinjoista on olemassa kaksi ääripäätä, joista toisessa koottavat tuotteet, välineet ja materiaalit pysyvät paikoillaan ja työntekijät liikkuvat koneiden välillä kiinteässä järjestyksessä toistaen saman toimenpiteen jokaiselle tuotteelle. Vastakohta tälle on epätahtilinja, jossa sekä tuotteet, välineet ja materiaalit, että ihmiset liikkuvat kiinteässä järjestyksessä vaiheesta toiseen. Tämä ratkaisu on esitetty kuviossa 10. SMC:llä on käytössä juuri tällainen kokoonpanojärjestelmä. Siinä missä ensimmäinen järjestelmä edellyttää työntekijöiden erikoistumista tiettyyn osa-alueeseen, jälkimmäinen vaihtoehto tarjoaa teknisen erikoistumisen. Suurin peruste käyttää tätä ratkaisua on yleensä laatutekijät ja työn mielekkyyden säilyminen. Kun samat henkilöt kasaavat tuotteen alusta loppuun, he kokevat työnteon paljon mielekkäämmäksi kuin saman vaiheen suorittamisen uudelleen ja uudelleen. Tästä syystä epätahtilinja ja tuotteiden mukana liikkuva työvoima vähentää sairauspoissaoloja. Alimiehitys on epätahtilinjassa suosittu ratkaisu, sillä se nostaa työntekijöiden käyttöasteen korkeaksi. Tosin kapasiteetti pienenee samalla.



Kuvio 10. Epätahtilinja ja tuotteen mukana liikkuvat työntekijät

Kokoonpanolinjan ehkä tärkein ominaisuus on se, että työ on jaettu osiin, jotka ovat standardoituja ja yksinkertaistettuja. SOP-ohjeilla on tässä suuri rooli. Lisäksi tarvittavat työkalut ovat koko ajan käden ulottuvilla. Tuotannon työtahdista tulee tasainen ja helposti ennustettava, kunhan vain materiaalit ovat heti saatavilla. Haittapuolena on tosin linjan sisäinen logistiikka, mikä voi huonosti suunniteltuna syödä paljon aikaa ja resursseja. Siksi kokoonpanoa ei kannata jaotella liian pieniin osiin ja moneen työasemaan. /17/

## 4.4 Lean

Leanin ajatusmaailma polveutuu japanilaisesta Toyota Production Systemistä, joka kehitettiin vuosien 1948–1975 välillä. TPS:ään vaikuttivat taas yhdysvaltalaiset Henry Ford sekä Frederick Taylor 1900-luvun alussa. 1990-luvulla Leanistä alettiin puhua omana filosofianaan. Lean tunnetaan myös nimityksillä lean manufacturing ja lean production.

Lean-ajattelun yksinkertainen periaate on tuottaa enemmän arvoa vähemmällä työllä ja nollahukalla. Leanin nimi on tästä seurausta, se voisi kääntyä suomeksi tarkoittamaan niukkaa ja kilpailukykyistä valmistusjärjestelmää. Päämääränä on siis huipputehokkuus, joka saavutetaan käytämällä menetelmiä, jotka optimoivat materiaalivirrat sekä informaatiokulun tuotantojärjestelmän läpi. /5/

Lean-filosofian viisi yleisperiaatetta on

1. Ymmärrä arvo. Tuotteen tarkastelu asiakkaan näkökulmasta on tärkeää, jotta ymmärtää millaisen tuotteen asiakas haluaa ostaa. Tämä periaate korostaa niitä tuotteen ominaisuuksia, joita asiakas pitää arvossa. Lisäksi tuotteen arvo paranee eliminoidessa hukat.
2. Tunnista arvovirrat. Kun ymmärtää kuinka oma tehdas valmistaa ja suunnittelee tuotteet, voi alkaa parantaa prosesseja ja leventämään arvovirtoja alihankkijoihin ja asiakaskansiin. Tämä hyödyntää yritystä siten, että päästään eliminoimaan hukat yritysten välillä.
3. Laita tuotteet virtaamaan. Kolmas periaate tarkoittaa tuotevirtaa, johon päästään pitämällä tuotteet ja informaation liikkeessä asiakkaalle asti ilman viivytyksiä tai keskeytyksiä. Tuotteiden varastointi pitkäksi aikaa kasvattaa vaihto-omaisuuden arvoa ja pienentää tuloja.
4. Vedä/ime tuotanto menekin tasolle. Aina ei ole mahdollista virtauttaa tuotteiden kulkua asiakkaalle, vaan joskus tuotteiden on kuljettava varaston kautta. Pitämällä varastot mahdollisimman pieninä päästään parhaisiin tuloksiin.
5. Etsi täydellisyyttä. Täydellisyyden tavoittelu on jokaisen liiketoiminnan viimeinen periaate lean-ajattelussa. Tämä johtaa jatkuvan parantamiseen, mikä on tärkeää leanissa. /8/

SMC:n mukaan leanilla on olemassa kolme päävihollista: Hukat, muuttuvuus ja joustamattomuus. Hukat ovat esitelty myöhemmin. Muuttuvuus tarkoittaa tilannetta, jossa kaikki menee yhdellä hetkellä hyvin, mutta kohta kärsitään suunnittele mattomasta seisakista tai viivästyksestä. Muuttuvuus on yleensä syytä koneiden ja prosesseiden kontrollin puutteesta. Esittämällä viisi ”miksi” kysymystä saadaan yleensä ongelmien juuret selville. Joustamaton tuotanto aiheuttaa odotusta, ylituotantoa ja varastoja. Joustamattomuudesta puhutaan yleensä suurien konei-

den yhteydessä, mutta myös työntekijät voivat olla joustamattomia. Jos työntekijä on erikoistunut yhteen ainoaan alueeseen, niin työryhmällä on vaikeuksia silloin, kun hän on esimerkiksi sairaana. Tästä päästään eroon kouluttamalla henkilöstö ammattitaitoiseksi ja joustavaksi. /11/

Lean tarjoaa työkaluja, jotka auttavat hukkien eliminoinnissa. Kun hukka poistetaan, laatu paranee ja tuotantoaika ja kulut pienenevät. Jatkuva parantaminen on lean-ajattelussa keskeinen asia. Työkaluja jatkuvaan parantamiseen ja hukkien poistoon ovat esimerkiksi value stream mapping (arvovirtakartta), 5S, Kanban (korttijärjestelmä), poka yoke (virheiden alkuperän tutkiminen) sekä PDCA (kehitysympyrä). /5/

#### 4.4.1 Seitsemän hukan eliminointi

Nämä periaatteet tähtäävät siis siihen, että saadaan tehtyä oikea määrä oikeanlaatuista asioita juuri oikeaan aikaan ja paikkaan. Samaan aikaan vähennetään kaikkea turhaa, tähdätään joustavuuteen ja ollaan avoimia muutoksille. Arvoa tuottamattomiksi toiminnoiksi eli hukiksi (eng. Waste) Toyota Production Systemin isä Taiichi Ohno on nimennyt seuraavat:

- Ylituotanto. Massatuotannon suurin ongelma, joka on seurausta huonosta tuotannon suunnittelusta. Ohno piti ylituotanto kaikista pahimpana tuhlausena, koska siitä seuraa suurin osa muista hukista.
- Tarpeettomat varastot. Ylituotannosta seuraa väijäämättä ylivarastointia.
- Yliprosessointi. Monet yritykset käyttävät tarpeettoman kalliita menetelmiä valmistaakseen yksinkertaisia tuotteita.
- Tarpeettomat kuljetukset. Yrityksen sisällä tapahtuvat turhat tavaroiden siirtelyt tuottavat pahimmassa tapauksessa monen tunnin tuottamattoman työn.
- Odotusajat. Odotusajoilla tarkoitetaan sitä, kun tuote on valmis seuraavaan vaiheeseen, mutta vaihetta ei voi käynnistää syystä tai toisesta.
- Vialliset tuotteet. Arvokasta kapasiteettia menee aina hukkaan, kun tehdään viallisia tuotteita, vaikkei tuotteen arvo olisi sinänsä suuri.
- Turha liike. Turhaa liikettä tapahtuu, kun tuotantoprosessi on huonosti suunniteltu ja työntekijä joutuu alttiiksi tapaturmille käsitellessään materiaaleja. Tämä ergonominen hukka on tärkeä työturvallisuutta ajatellen.

Tätä alkuperäistä listaa on täydennetty usein seuraavilla hukilla:

- Työntekijöiden luovuuden käyttämättä jättäminen
- Huonosti soveltuvat järjestelmät
- Energia ja vesi /6/

#### 4.4.2 Jatkuva parantaminen eli Kaizen

Kaizen on japanilainen termi, joka tarkoittaa muutosta parempaan tai jatkuvaa parantamista. Tätä termiä viljellään paljon leanistä puhuttaessa. Jatkuva parantaminen on hukkien eliminointia. Kaizen on päivittäisiä matalan profiilin tehtäviä, jotka ovat edullisia, matala riskisiä ja hienoisia muutoksia. Jatkuvaan parantamiseen on sitoutuneet kaikki työntekijät, ja se parantaa voittoja ja pienentää valmistuskuluja. Tällä tavoin tienatut voitot rahoittavat suuret muutokset. Kaizenin päämäärä on hyvän laadun, pienten kulujen ja varmojen toimituksien yhtäaikainen saavuttaminen. Kulujen pienentäminen ei ole kulujen leikkaamista, vaan hukkien leikkaamisella saavutettua säästöä. Kaikki kolme päämäärää tähtäävät asiakkaan tyytyväisyyteen.

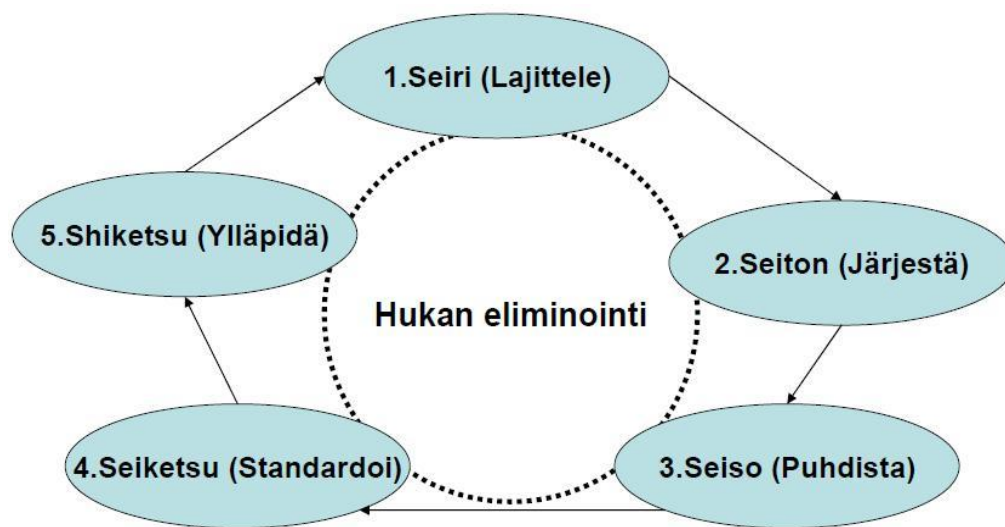
Masaaki Imai, joka kehitti jatkuvan parantamisen, usein painottaa, että yrityksen johdon tulisi mennä tuotantoalueelle, jotta he ymmärtäisivät valmistusprosessit ja niiden ongelmat. Käyttämällä yksinkertaista viiden miksi -kysymyksen sarjaa johto pystyy selvittämään ongelmien perimmäiset syyt. Kun ongelmat ovat ratkaistu pohjiaan myöten, johdon täytyy varmistaa, että uudet menetelmät (esim. SOP-ohjeet) otetaan käyttöön, ja että henkilöstö koulutetaan käyttämään uusia menetelmiä. Tuotannon työntekijät tuntevat parhaiten tuotantoprosessien ongelmat ja siksi heidät on otettava mukaan ongelmanratkaisuun. Tämä lisää työn mielekkyyttä ja vähentää uudistusten vastustamista. Myös työntekijöiden aktiivisuus ongelmien ratkaisussa paranee.

Kaizenin kolme päätoimintoa on:

- 5S
- Standardisointi
- Hukkien eliminointi /8/

#### 4.4.3 5S-järjestelmä

Kuten koko leanin perustavoitteena, myös 5S-järjestelmän tavoitteena on hukkien eliminointi. 5S on siis työkalu, joka perustuu viisi vaiheeseen ympyrään (Kuvio 11). S-kirjaimet tulevat japanin kielen sanoista seiri, seiton, seiso, seiketsu ja shiketsu. 5S luo jatkuvan parantamisen ilmapiiirin työpaikalle. Vaikka työkalu voi näyttää pelkältä siivousjärjestelmältä, sen perimmäinen tavoite ei ole tehdä tuotantotiloista pelkästään erittäin puhtaita ja kiiltäviä. 5S on ennenminkin keino piilossa olevien ongelmien tekemiseen näkyviksi. Järjestelmää voi käyttää niin tehtaan tuotannon parantamiseen, kuin vaikkapa henkilökohtaisen vaatekaapin siivoukseen.



Kuvio 11. 5S-järjestelmä (Kare Huttunen: Toyota Production System.pdf)

Ensimmäinen vaihe on lajittelu. Turhat tavarat heitetään pois, tarpeelliset tavarat lajitellaan käyttöiheyden mukaan ja harvemmin tarvittu/mahdollisesti tarpeettomat tavarat merkitään punaisella lapulla.

Toinen vaihe on järjestely. Tässä vaiheessa organisoidaan ja merkitään paikka kaikille tavaroille. Usein tarvittavat tavarat sijoitetaan käden ulottuville, harvemmin tarvittavat laatikoihin ja punaisen lapun tavarat työskentelyalueen ulkopuolelle. Lisäksi jokaiselle tavaralle merkitään paikka, esimerkiksi kirjoittamalla sen nimi seinälle tai laatikkoon.

Kolmas vaihe on puhdistus. Siivotaan ja puhdistetaan työpaikka. Tässä vaiheessa usein huomataan puutteita ja ongelmia, jotka voivat johtaa laatuvirheisiin.

Neljäs vaihe on standardointi. Luodaan säännöt edellisen kolmen vaiheen toteutukseen rutiinimaisesti.

Viides vaihe on ylläpito. Kurinalaisella ylläpidolla saadaan 5S:n hyödyt pidettyä voimassa. Myös korrekkeista toimintatavoista tulee yleinen tapa. Uudet työntekijät on tärkeää kouluttaa toimimaan luotujen ohjeiden mukaan ja ymmärtämään niiden tärkeys. Säännöllisillä johdon tarkastuksilla saadaan ylläpidettyä kuria.

5S parantaa työturvallisuutta, kun työtiloissa ei loju turhia laatikoita ja tavaroita. Lisäksi kun jokainen työkalu on sille osoitetulla paikalla, työntekijän ei tarvitse juosta edestakaisin etsimässä työkaluja. Turhat liikkeet jäävät pois ja itse työhön on helpompi keskittyä. Yleinen siisteys lisää myös mukavuutta.

5S on usein ymmärretty väärin pelkästään projektin kaltaiseksi operaatioksi. 5S ei ole mikään yhden kerran tehtävä taikatemppu, joka korjaa kaikki yrityksen puutteet ja ongelmat kertaheitolla. Projektin keston ajan pidetään paikat puhtaina ja siistinä, mutta projektin päätyttyä sekä johdolle, että työntekijät menettävät mielenkiinnon ja ylläpitovaihe unohtuu kokonaan.

5S on erittäin hyvä työkalu hukkien ilmituomiseksi ja jatkuvan parantamisen lähtökohdaksi, kunhan sitä vain muistetaan ylläpitää ja tarpeen vaatiessa suorittaa viiden vaiheen sykli alusta. /7/

## **5. SOP-ohjeiden laatiminen DD321-laitteelle**

### **5.1 SOP-ohjeiden laatimisen lähtökohta**

## **5.2 SOP-ohjeiden laatiminen käytännössä**



### **5.3 Lopputulos**

## **6. Tulevaisuuden kehitysehdotukset**

### **6.1 Tietotekniikan hyödyntäminen**

## **6.2 Kehitysideoita SOP-ohjeiden laatimiseen**

# LÄHTEET

## Painetut lähteet

1. Cook, John Lee, Standard Operating Procedures and guidelines. Fire Engineering Books. Hudson 1998. (318s.)
2. Hakapää, Antero - Lappalainen, Pekka (toim.), Kaivos- ja louhintatekniikka. Opetushallitus. Helsinki 2010. (388s.)
3. Karrus, Kaij E., Logistiikka. WSOY. Porvoo 2005. (419s.)
4. Soronen, Olli, Massaräätälöinti asiakasmyötäisessä tuotannossa. Metalliteollisuuden kustannus Oy. Helsinki 1999. (61s.)
5. Allen, Theodore T., Introduction to engineering statistics and lean sigma. Springer. New York 2010. (576s.)
6. Rich, N.; Bateman N.; Esain, A.; Massey, L.; Samuel, D.; Lean Evolution. Cambridge University Press. London 2006. (226s.)
7. Huttunen, Kare. Toyota Production System. [pdf-tiedosto]. [viitattu 20.10.2010]
8. Moore, Ron: Selecting the right manufacturing improvement tools: What tool? When? Butterworth-Heinemann. Oxford 2006. (416s.)

## Sähköiset lähteet

9. [http://en.wikipedia.org/wiki/Standard\\_operating\\_procedure](http://en.wikipedia.org/wiki/Standard_operating_procedure) [online] [viitattu 11.10.2010]
10. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Moduuli> [online] [viitattu 11.10.2010]
11. [www.sandvik.com](http://www.sandvik.com) [online] [viitattu 14.10.2010]
12. Sandvik intranet [online] [viitattu 10.10.2010]
13. <http://www.standard-operating-procedure.com/> [online] [viitattu 26.10.2010]
14. [http://www.bcminerals.ca/pdf/underground\\_mining\\_methods.pdf](http://www.bcminerals.ca/pdf/underground_mining_methods.pdf) [online] [viitattu 10.10.2010]
15. [http://www.uku.fi/farmasia/fake/PMC\\_laatuikkversio7.pdf](http://www.uku.fi/farmasia/fake/PMC_laatuikkversio7.pdf) [online] [viitattu 15.10.2010]
16. [http://www.blueclaw-db.com/document\\_inventory\\_tracking.htm](http://www.blueclaw-db.com/document_inventory_tracking.htm) [online] [viitattu 13.11.2010]

17. [http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/SISU/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta\\_ja\\_aktivointi/Seminaarit/Vuosiseminaari\\_2008/vuosiseminaari\\_2008\\_esitykset/Niemi\\_Itseohjautuvat\\_kokoonpanolinjat.pdf](http://akseli.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/ohjelmat/SISU/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ja_aktivointi/Seminaarit/Vuosiseminaari_2008/vuosiseminaari_2008_esitykset/Niemi_Itseohjautuvat_kokoonpanolinjat.pdf) [online] [viitattu 17.10.2010]

## LITTEET

1. Assembly SOP Sandvik DD321
2. Sandvik DD321-40 Technical Specification
3. DD-sarjan kallionporauslaitteiden spesifikaatiot